

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#14

JC945 U.S. PTO

09/706660



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年11月10日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第319261号

出願人
Applicant(s):

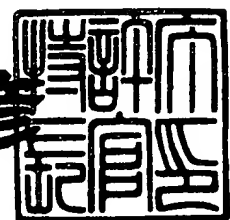
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイシ
ョン

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 3月24日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-3021149

【書類名】 特許願

【整理番号】 JA999207

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

【氏名】 水谷 晶彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

【氏名】 下遠野 享

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

【氏名】 相原 達

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【住所又は居所】 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4、ニューヨーク州アーモンク (番地なし)

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】 100086243

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 博

【連絡先】 0 4 6 2 - 7 3 - 3 3 1 8、3 3 2 5、3 4 3 1

【選任した代理人】

【識別番号】 100091568

【弁理士】

【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024154

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9304391

【包括委任状番号】 9304392

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線アドホック通信ネットワークにおける無線局探索方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【請求項 2】

アドホック・ネットワークにおいて、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【請求項 3】

マルチホップ無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【請求項 4】

無線通信において、干渉信号が所定の基準より増加した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【請求項 5】

アドホック・ネットワークにおいて、干渉信号が所定の基準より増加した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【請求項 6】

マルチホップ無線通信において、干渉信号が所定の基準より増加した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【請求項 7】

無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索頻度を増加する装置。

【請求項 8】

アドホック・ネットワークにおいて、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索頻度を増加する装置。

【請求項 9】

マルチホップ無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索頻度を増加する装置。

【請求項 1 0】

無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の監視頻度を増加する装置。

【請求項 1 1】

アドホック・ネットワークにおいて、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の監視頻度を増加する装置。

【請求項 1 2】

マルチホップ無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の監視頻度を増加する装置。

【請求項 1 3】

無線通信において、通信信号の質が所定の基準以下の場合に無線局の探索頻度を増加し、通信信号の質が所定の基準を越えた場合に無線局の探索頻度を減少する装置。

【請求項 1 4】

アドホック・ネットワークにおいて、通信信号の質が所定の基準以下の場合に無線局の探索頻度を増加し、通信信号の質が所定の基準を越えた場合に無線局の探索頻度を減少する装置。

【請求項 1 5】

マルチホップ無線通信において、通信信号の質が所定の基準以下の場合に無線局の探索頻度を増加し、通信信号の質が所定の基準を越えた場合に無線局の探索頻度を減少する装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ネットワーク、特に無線アドホック通信ネットワークにおいて、周辺に存在する無線局を効率良く探索する方法及び装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

無線データ通信技術であるブルートゥース (Bluetooth) は、2000年に新たな近距離無線通信方式としてPC (パーソナルコンピュータ) や周辺装置に標準搭載されることが予定されている。

【0003】

ブルートゥース (Bluetooth) の仕様については、<http://www.bluetooth.com/>等から入手可能である。

【0004】

普及の容易さから、これをアドホック・ネットワークの物理層として利用することが考えられている。

【0005】

ここで、アドホック・ネットワークとは、固定の施設を必要としない自由に構成のできるネットワークのことである。

【0006】

しかし、ブルートゥース (Bluetooth) はPCと周辺装置間等のケーブル置換を主な使用目的としており、特定デバイス間の接続に重点がおかれている。

【0007】

従って、アドホック・ネットワークの構築に必ずしも適した構成とはなっていない点もある。

【0008】

ブルートゥース (Bluetooth) の場合は、図1に示したように1台のマスター無線局 (ノード) 110に7台までのスレーブ無線局 (ノード) (120、130、140、150、160、170) が所属するピコネット (piconet) 100と呼ばれる小さな通信単位を構成要素とする。

【0009】

また、各ピコネットは、それぞれが独自のホッピング・シーケンスで周波数ホップを行い、異なるピコネット間の直接の通信はできない。

【0010】

このため、8台を超える無線局間の通信では物理的な距離にかかわらず、ピコ

ネットをまたがるブリッジを媒介としたマルチホップ通信の形態を採らざるを得ない。

【 0 0 1 1 】

ここで周波数ホップとは、周波数拡散通信の一方式で、発信周波数を疑似乱数によって頻繁に変更するものであり、ホッピング・シーケンスとは、この周波数の変更順序を定める疑似乱数のことである。

【 0 0 1 2 】

ブリッジ（或いはゲートウェイ）とは、異なる複数のピコネットに属し、所属する全てのピコネットと交信が可能なノードのことである。

【 0 0 1 3 】

マルチホップ通信とは、発信者と受信者が直接交信できない場合に中間のノードがパケットを中継することによって通信を行うことである。

【 0 0 1 4 】

ブルートゥース(Bluetooth)を利用して不特定の無線局間のアドホック・ネットワークを構築するには、このような物理層の形態から、図 2 のようなクラスター型の構造 2 0 0 が一般的である。

【 0 0 1 5 】

クラスター型のネットワーク 2 0 0 では、クラスターヘッド（又はマスター）（2 1 2、2 2 2、2 3 2、2 4 2、2 5 2）と呼ばれる 1 つの無線局（ノード）を中心に、通信領域内のいくつかの無線局（ノード）がクラスター 2 1 0、2 2 0、2 3 0、2 4 0、2 5 0 を形成する。

【 0 0 1 6 】

1 つのクラスター内では同一のチャネルで通信が行われるが、異なるクラスターでは異なるチャネルが使用される。

【 0 0 1 7 】

ここでチャネルとは、同一の通信手順（ホッピング・シーケンスを含む）を使用する、双方向で交信可能な論理的な通信路のことである。

【 0 0 1 8 】

隣接する 2 つのクラスターからの信号を受信できる無線局（例えば、2 6 2、

264等)がある場合には、これらの無線局(ノード)がブリッジとして働き、両者のチャンネルを往復しながら通信を媒介する。

【0019】

ネットワーク全体200は、このようなブリッジ262、264、266、268、270、272で接続されたクラスターの集合で構成される。

【0020】

ブルートゥース(Bluetooth)においては、ピコネットがクラスター、ピコネットのマスターがクラスターヘッドにそれぞれ対応する。

【0021】

ところで、アドホック・ネットワークでは、一般に通信可能な領域内にあるノードの情報を先験的に持たない。

【0022】

すなわち、アドホック・ネットワークでは、通信可能な領域内にあるノードの情報を事前に持っておらず、ネットワーク構築に際して入手する必要がある。

【0023】

また、ノードやクラスターの移動によって周囲の状況は時間経過とともに変化し、通信領域内に新たなノードや他のクラスターが接近したり、通信中であったノードやクラスターが離脱したりする。

【0024】

このような条件下でネットワークを維持・管理していくためには、定常的に周辺ノードの探索と監視が必要とされ、通常の通信に使い得る資源(通信時間・電力など)の一部を探索と監視に割く必要がある。

【0025】

従って、周辺ノードの監視や探索の頻度が高い場合には、その監視や探索のオーバーヘッドが増大して実質的なデータ・レート(転送速度)の低下をもたらす、逆に、周辺ノードの監視や探索の頻度が低い場合には新たなノードやクラスターの発見が遅くなり、動的なネットワークの変動に素早く適応できなくなる。

【0026】

一方、ノードの移動がそれほど頻繁ではない通常のネットワークの使用条件で

は、ほとんどの場合に監視や探索は無駄に終わる。

【 0 0 2 7 】

特にブルートゥース(Bluetooth)では、1回の周辺ノードの探索に約 1 0 秒以上の時間を要するため、こうした傾向が顕著である。

【 0 0 2 8 】

新たなネットワークの構築には、1回の周辺ノードの探索にその規模に応じて1～数分程度が掛かり、ネットワーク構築後の探索においても、極めて大きなオーバーヘッドを生ずることになる。

【 0 0 2 9 】

従って、ネットワークの接続形態、すなわちトポロジー変化の確率の高いときだけに探索や監視を重点的に行い、通常の場合の頻度を減らすような機構がなければ、ブルートゥース(Bluetooth)上でアドホック・ネットワークを運営することは困難である。

【 0 0 3 0 】

また、ブルートゥース(Bluetooth)以外を利用したネットワークにおいても、周辺ノードの探索等によるオーバーヘッドを大幅に減少させ、かつトポロジー変化に機敏に対応することが可能となる。

【 0 0 3 1 】

一方、アドホック無線通信は、バックボーンの基盤施設の存在しない場所での通信や、携帯機器での応用に向けて 1 9 7 0 年代から研究されている。

【 0 0 3 2 】

アドホック無線通信の代表的な研究例としては、例えば文献 [1] 「D. B. Johnson and D. A. Maltz, Protocols for Adaptive Wireless and Mobile Networking, IEEE Personal Communications, Vol. 3, No. 1, 1996, pp. 34-42.」等があり、インターネットのプロトコルやアーキテクチャの設計及び開発を担当する組織である I E T F (Internet Engineering Task Force) においても継続して議論が続けられている(例えば、[2] 「Z. J. Haas and M. R. Pearlman, The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks, draft-ietf-manet-zone-zrp-02.txt, 1999.」 [3] 「C. E. Perkins, E. M. Royer, and S. R. Das,

Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing, draft-ietf-manet-aodv-03.txt, 1999.」) 。

【 0 0 3 3 】

特にクラスター構成を採るようなものとしては文献 [4] 「M. Gerla and J. T. *C. Tsai, Multicluster, mobile, multimedia radio network, J. Wireless Networks, Vol. 1, No. 3, 1995, pp 255-265.」、 [5] 「M. Jiang, J. Li, and Y. C. Tay, Cluster Based Routing Protocol(CBRP) Functional Specification, draft-ietf-manet-cbrp-spec-00.txt, 1998.」 等が挙げられる。

【 0 0 3 4 】

しかし、上述の [1] ~ [5] の文献では比較的簡単に近隣の無線局が発見できることを仮定し、探索のオーバーヘッドを低減する手法については、ほとんど考慮されていない。

【 0 0 3 5 】

これとは逆に、2000年以降に普及の見込まれるブルートゥース(Bluetooth)のような近接型の無線システムにおいては、アドホック通信を重視しないために周辺の無線局発見に非常に大きな労力を要するという問題がある ([6] 「Bluetooth Specification Version 1.0A, 1999.」) 。

【 0 0 3 6 】

【発明が解決しようとする課題】

本願発明が解決しようとする課題の1つは、無線アドホック・ネットワークの新規構築や無線局の移動に伴うネットワークの再構成に際して、接続可能な無線局の探索に掛かる時間を削減することにある。

【 0 0 3 7 】

本発明が解決しようとする他の課題は、クラスター・ベースの無線アドホック通信ネットワークにおいて、受信信号品質の監視と分散処理によって、周辺に存在する無線局を効率良く探索する手法を提供することにある。

【 0 0 3 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明では、妨害電波の増加 (結果として受信信号の劣化) を未知の無線局の

出現の予兆と捉え、無線局探索プロセスのトリガーとし、これにより、定常状態での不要なネットワーク探索に割かれる通信時間・電力などの資源を削減する。

【0039】

また、複数の無線局に他局探索の負荷を分散させることによって、アドホック・ネットワーク全体としてのオーバーヘッドを削減し、探索の平均時間を短縮する。

【0040】

【発明の実施の形態】

アドホック・ネットワークで新たな接続が起きる場合は、大別して2つのケースが存在する。1つは既存ネットワークの領域内に新たなノードが参入する場合（図3）であり、他の1つは互いに離れた複数のネットワークが移動によって通信可能な圏内に近づく場合（図4）である。

【0041】

図3においては、最初は、4つのノード、すなわちノード1（312）、ノード2（314）、ノード3（316）、ノード4（318）がネットワークA（310）内に存在している。

【0042】

新たなノードが参入する場合（図3）は、ネットワークA（310'）に参加しようとするノード5（320）は無線信号の送出によってその存在を外部に知らせるが、これはネットワークA（310'）から見た場合には論理チャネル外の干渉信号とみなされる。

【0043】

また、互いに離れた複数のネットワークA（410）及びB（420）が移動によって相互に通信可能な圏内に近づく場合（図4）においても、ネットワークA（410'）の信号はネットワークB（420'）にとって、ネットワークB（420'）の信号はネットワークA（410'）にとっての干渉信号となる。

【0044】

図5には、図3のケース（新たなノードが参入する場合）の各ノードにおける干渉信号の相対強度が時間の経過とともに示されている。

【0045】

図5の横軸510は時間経過を示し、縦軸520は干渉信号強度Iを示している。

【0046】

図5のほぼ中央付近530で新たなノード5の出現により干渉信号強度が増加している様子が分かる。

【0047】

図6には、図4のケース（複数のネットワークが移動によって通信可能な圏内に近づく場合）の各ノードにおける干渉信号の相対強度が時間の経過とともに示されている。

【0048】

図6の横軸610は時間経過を示し、縦軸620は干渉信号強度Iを示している。

【0049】

図6において、2つのネットワークの近接により干渉信号強度が時間経過に伴って徐々に増加（右肩上がり）している様子が分かる。

【0050】

図5及び図6にみられるように、干渉信号強度は、いずれの場合でも、時間の経過と共に増加を示す（図5及び図6の右側）。

【0051】

本発明は、このような干渉信号強度をトポロジー変化の指標として用いることにより、無線局探索に割り当てる資源を制御するものである。

【0052】

干渉信号強度をトポロジー変化の指標として用いることにより、トポロジー変化がない場合の無意味な探索に割り当てる資源を減少させ、無線局探索のオーバーヘッドを低減するとともに、トポロジー変化がある場合には集中的な探索を行い、ネットワークの構築を高速化する。

【0053】

(1) アドホック・ネットワークで論理チャネル外の全干渉信号強度を監視し

、有意な増加がある場合に無線局探索・監視の頻度を増加させ、それ以外の場合には抑制する。

【 0 0 5 4 】

物理層等の制約から全干渉信号強度の測定が困難な場合には干渉に起因する通信品質の劣化をこれに代わる指標とすることも可能である。

【 0 0 5 5 】

具体的に検出される劣化の例としては、C I R (Carrier to Interference power Ratio, 搬送波と干渉の強度比) の低下等が全ての通信方式に共通なものとして挙げられる。

【 0 0 5 6 】

直接拡散又は 1 シンボルあたり数回以上の速い周波数ホッピング方式の場合には、受信信号と拡散符号の間の相関低下が指標として利用できる。

【 0 0 5 7 】

遅い周波数ホッピング方式や時分割多重方式では、エラーレートの上昇を指標として利用できる。

【 0 0 5 8 】

また、同一クラスター内ではポーリングによる通信を行い、異なるクラスター間のパケット衝突防止に C S M A / C A (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance 衝突回避機能付き搬送波検知多元アクセス) 方式を採用するようなネットワークではバックオフ時間の増加が起きるので、これらを指標とすることが可能であるが、これに限るものではない。

【 0 0 5 9 】

(2) アドホック・ネットワークが特にクラスター構成の場合には、クラスターヘッドがクラスター全体の探索のスケジューリングを行い、クラスター内のノードへの負荷を均等化させるとともにデータ通信への影響を最小化する。

【 0 0 6 0 】

クラスターヘッドは、個々のノードの通信量をモニターし、直近の通信量の予測値に基づいて上記 (1) により決定された探索時間を分配した上で、送信すべきデータのないノードから順に探索を行わせる。

【 0 0 6 1 】

但し、クラスターヘッドやブリッジはネットワーク全体への影響が大きいので、基本的には探索を行わない。

【 0 0 6 2 】

クラスターヘッドは他のクラスター又はノードからの探索を受信するために、定期的な探索パケットの監視を主に行う。

【 0 0 6 3 】

以下では、説明の容易化のためネットワークは図 2 のようなマスター・スレーブ構成のクラスター形態を前提とする。

【 0 0 6 4 】

また、新規に参入するノード或いはネットワークのスレーブがパケットを発信して探索を行い、マスター側は散発的な探索パケットの監視だけを行うことを前提とする。

【 0 0 6 5 】

マスター及びスレーブの各ネットワーク・ノードは、図 7 のような構成を採る。

【 0 0 6 6 】

マスター・ノード 7 1 0 は、プロトコル・スタック 7 1 5、トランシーバー 7 2 0、探索スケジューラー 7 2 5、通信量予測手段 7 3 0、チャネル外干渉信号強度測定手段 7 3 5 を主な構成要素として含む。

【 0 0 6 7 】

スレーブ・ノード 7 5 0 は、プロトコル・スタック 7 6 0、トランシーバー 7 6 5、探索ルーチン 7 5 5 を主な構成要素として含む。

【 0 0 6 8 】

図 7 において、トランシーバー 7 2 0 及び 7 6 5 は、通信の物理層部分に相当し、プロトコル・スタック 7 1 5、7 6 0 は、データ・リンク層からアプリケーション層までの上位レイヤーに対応している。

【 0 0 6 9 】

探索スケジューラー 7 2 5 及び探索ルーチン 7 5 5 は、それぞれクラスター全

体の探索資源の配分及び探索の実行を制御する。

【0070】

探索スケジューラー 725 及び探索ルーチン 755 は、プロトコル・スタック 715、760 のネットワーク層の一部であるが、説明のために分離して示している。

【0071】

干渉強度測定手段 735 は、トランシーバー 720 を利用してチャネル外の干渉信号強度を測定する。

【0072】

但し、デバイス上の制約から干渉信号強度が測定不可能な場合にはデータ・リンク層からのエラーレートなどを干渉信号強度に代えて使用することもできる。

【0073】

通信量予測手段 730 はプロトコル・スタック 715 内のデータ・フローを監視し、各スレーブとの間の将来の通信量を予測する。

【0074】

図 8 に探索スケジューラー 725 を中心とした動作を示す。

【0075】

干渉強度測定手段 735 で測定された干渉信号の強度は、探索スケジューラー 725 に通知される（ステップ 820）。

【0076】

探索スケジューラー 725 は、測定された干渉信号の強度に基づいて探索に割り当てる資源の総量を決定する（ステップ 830）。

【0077】

すなわち、干渉信号強度に有意な上昇がある場合には探索資源を増加させ、下降があるか前回の探索で新たなクラスターが発見された場合にはこれを減少させる。

【0078】

同時に、マスターの探索パケット監視頻度を調節する。

【 0 0 7 9 】

次に探索スケジューラ 7 2 5 は、通信量予測手段 7 3 0 による通信量予測（ステップ 8 4 0）に応じて、クラスター内の探索実行時間を各ノードに割り当てる（ステップ 8 5 0）。

【 0 0 8 0 】

ステップ 8 5 0 において、予測通信量の多いノードにはより少ない時間を、予測通信量の少ないノードにはより多い時間を探索実行時間として配分する。

【 0 0 8 1 】

更に、通信状況に応じて探索順序を決定し、クラスター全体で重複の起きないようにスケジュールする（ステップ 8 6 0）。

【 0 0 8 2 】

ステップ 8 6 0 において決定されたスケジュールはパケット化され、プロトコル・スタック（マスター） 7 1 5、トランシーバ（マスター） 7 2 0、トランシーバ（スレーブ） 7 6 5、プロトコル・スタック（スレーブ） 7 6 0 を経由してスレーブ 7 5 0 内の探索ルーチン 7 5 5 に伝達される。

【 0 0 8 3 】

スレーブ 7 5 0 は、探索ルーチン 7 5 5 に伝達されたスケジュールに従って探索を実行する。

【 0 0 8 4 】

探索ルーチン 7 5 5 は、他のノードを発見した場合にはこれをマスターに通知する。

【 0 0 8 5 】

図 9 ～ 図 1 1 は、ブルートゥース (Bluetooth) 上でのスケジューラの実装の一例を示したものである。

【 0 0 8 6 】

ブルートゥース (Bluetooth) は、トランシーバに論理チャネル外の干渉を直接測定する機構がないため、パケット・エラーレートをこれに代わる指標として使用する。

【 0 0 8 7 】

図 9 は、エラーレートによってクラスター内の探索資源の総量を決定する部分(図 8 の 8 1 5)を、図 1 0 は、通信量の予測値に基づく探索の負担の割り当ての部分(図 8 の 8 4 5)を、図 1 1 は、クラスター内の探索スケジュールの決定の部分(図 8 の 8 6 5)の動作を更に詳細に示している。

【 0 0 8 8 】

ここでは、一定の探索サイクル(1～数分程度)の中で、クラスター全体としてどの程度の時間を探索に振り向けるかを決定するものと仮定する。

【 0 0 8 9 】

エラーレートが増加すれば新たなノード又はクラスターが近隣に現れた確率が高いものとし、スレーブによる探索の時間を増加させる。

【 0 0 9 0 】

同時に、マスターの探索パケット監視の間隔を短くして他のクラスター又は新たなノードの探索への応答時間を短縮する。

【 0 0 9 1 】

図 9 のステップ 9 1 5 において、前回のサイクルで他のクラスターが見つまっているか否かが検査される。検査の結果、見つまっている場合には、ステップ 9 2 0 へ進み、見つからない場合には、ステップ 9 3 0 へ進む。

【 0 0 9 2 】

ステップ 9 2 0 において、マスターの監視頻度を前回より減少させることにより、マスターが前回よりも探索・探索パケットの監視に費やす時間を減少させる。

【 0 0 9 3 】

ステップ 9 2 5 において、クラスターの探索時間を前回より減少させることにより、クラスターが前回よりも探索・探索パケットの監視に費やす時間を減少させる。

【 0 0 9 4 】

ステップ 9 2 0 及び 9 2 5 では、すでにエラーレート上昇の原因が判明しており、異なるクラスターは干渉源であり続けるため、エラーレートにそれ以上の変化がない場合には新たなノードやクラスターが発見される確率が低いので探索時

間を減少させることができる。

【0095】

ステップ930において、前回の探索時から探索周期が経過したか否か検査され、探索周期が経過した場合は、ステップ935へ進み、経過していない場合は、探索周期の経過を待つループに入る。

【0096】

ステップ935において、クラスターのエラーレートが測定される。

【0097】

ステップ940において、測定されたクラスター全体のエラーレートがエラーレートの時間平均値と比較され、測定されたクラスター全体のエラーレートが時間平均値以上の場合はステップ955へ進み、未満の場合は、ステップ945へ進む。

【0098】

ステップ945において、マスターの監視頻度が減少される。

【0099】

ステップ950において、クラスターの探索時間が減少される。

【0100】

ステップ955において、測定されたクラスター全体のエラーレートと時間平均値との差が標準偏差を越えているか否かが検査され、越えている場合は、ステップ960へ進み、越えていない場合は、結合子A(970)へ進む。

【0101】

ステップ960において、マスターの監視頻度が増加される。

【0102】

ステップ965において、クラスターの探索時間が増加される。

【0103】

以上より、測定されたクラスター全体のエラーレートが標準偏差を超えて時間平均値よりも大きくなっていれば、エラーレートに有意な変化が起きたものと考え、探索・監視に割く資源を増加させる。

【0104】

また、クラスターが近接しつつある場合にはマスター及びクラスター双方で同様の操作を行うため、迅速なブリッジの形成が期待できる。

【0105】

逆に、測定されたクラスター全体のエラーレートが時間平均以下であれば、新たなノードやセルが現れた可能性が低いため、探索の割合を減少させ、微増の場合にはこれまでと同じ程度の探索を行う。

【0106】

図10では、図9で得られたクラスター全体での探索の時間をクラスターを形成する個々のスレーブに対して割り当てる処理の概要を示す。

【0107】

マスターやブリッジによる探索はネットワーク全体への負荷を増やすため、探索時間は原則としてブリッジを除くスレーブのみによって分担される。

【0108】

更に、通常の通信への影響をなるべく少なくするために、データ通信量の多いスレーブにはより少ない探索を割り当て、データ通信量の少ないスレーブに多くの探索をさせるようにする。

【0109】

また、スレーブ毎にエラーレートが異なる場合にはエラーレートの大きなスレーブの近傍に新たなノード又はクラスターが現れた確率が高いものとして、探索の比率を増加させる。

【0110】

図10では探索負担関数と記述したが、これはエラーレートの増加関数やデータ量の減少関数等から適切なものを選択すればよい。

【0111】

探索負担関数の一例としては、下記のような式で与えられる。

【0112】

$$a_k = (A + \text{error}_k) / (B + \text{data}_k) \quad (A, B \text{ は正の定数})$$

【0113】

また、必ずしも上記 a_k の関数である必要はなく、全てのスレーブで均等に分

担することも可能である。

【0114】

ステップ1010において、 $k=1$ 、 $S=0$ が入力され k と S が初期化される。

【0115】

ここで、 k は k 番目のスレーブを表し、 S は全スレーブの探索負担関数の総和を表す。

【0116】

ステップ1020で、 k 番目のスレーブのエラーレート値 $error_k$ が取り出される。

【0117】

ステップ1030で、 k 番目のスレーブのデータレート予測値 $data_k$ が取り出される。

【0118】

ステップ1040において、スレーブの探索負担関数 a_k が計算される。

【0119】

ステップ1050において、 $S=S+a_k$ が計算される。

【0120】

ステップ1060において、全てのスレーブについて探索時間の総和 S が計算されたか否かが判断され、全てのスレーブについて S の計算が終わっていればループを抜けてステップ1070へ進み、全てのスレーブについて S の計算がまだ終わっていなければステップ1080へ進みループを続ける。

【0121】

ステップ1080において、 k が1つ増分され($k=k+1$)、ステップ1020へ戻る。

【0122】

ステップ1070において、 T_{IQ} 、 a_k 、 S から $T_{IQ:k}$ が求まり、結合子B(1090)へ進む。但し、 T_{IQ} は図9で求められたクラスター全体の探索時間である。

【0 1 2 3】

$$T_{IQ:k} = (T_{IQ} * a_k) / S$$

【0 1 2 4】

図 1 1 には、図 1 0 で計算された個々のスレーブによる探索時間をどのような順序で探索を行うかを示している。

【0 1 2 5】

まず、物理層に則して適切な探索順序を決定し、送信データがあるノードは順番を変更して探索を行わせることで通信へのインパクトを最小にする。

【0 1 2 6】

図 1 1 中で探索順序の決定にクロックの差分を使用しているのは以下のような理由による。

【0 1 2 7】

すなわち、ブルートゥース(Bluetooth)では探索を行うノードが、自局の ID を探索専用のホッピング・シーケンスで連続的に送信し、周囲のノードがこれに返答して探索が成立する。

【0 1 2 8】

探索ホッピング・シーケンスは A、B という 2 つの周波数グループ(又はトレイン)に分けられ、探索側は常に A トレインで ID の送信を開始し、A トレインで一定時間の連続送信を終えた後に B トレインで送信する。

【0 1 2 9】

各トレインに含まれる周波数はノード毎に異なり、自走クロックの値に応じて定められる。

【0 1 3 0】

探索される側は、自分の A トレインの中心周波数のみを 2. 5 6 秒に 1 回、1 1. 2 5 m S の間、間欠的に監視することが推奨されている。

【0 1 3 1】

このため、この推奨値に従う場合には、2. 5 6 秒以上、同一トレインで連続送信しなければ監視中の全てのノードに ID を受信させることができない。

【0 1 3 2】

2つのノードのクロック差が大きい場合には監視周波数は、探索側のBトレインに含まれてしまうため、Aトレインの探索では発見が困難であり、この2倍（5.12秒以上）の時間を必要とする。

【0133】

更に、衝突防止のバックオフがあるため、1回の探索で近傍のノードを全て探索するには、エラー・フリーの条件においても10秒以上の時間を要すると規定されている。

【0134】

この負担を軽減するために探索時間を短くすると、一回の探索でノードが発見される確率は、A、B両トレインで大きく異なってくる。

【0135】

特に2.56秒以下では、Bトレインにあるノードは決して発見できなくなるため、最低でも3.2秒程度の探索が必要となる。

【0136】

クラスター内の複数のノードが協力して探索を行う場合には、それぞれのクロックにずれがあるため、通常、それぞれのAトレインは違った周波数の組み合わせとなる。

【0137】

従って、直前に探索を行ったノードとのクロックの差分が最大のノードを選択することにより、短時間で多くの探索周波数を走査できる。

【0138】

特に、全スレーブのAトレインの和が全ての探索周波数を含む時には、1探索あたりの時間を2.56秒未満にしても全てのノードを発見することができる。

【0139】

この場合、探索時間を短縮する代わりに探索回数を増やすことで無線局の発見確率は変化させずにネットワークへの負荷を減らすことも可能となる。

【0140】

ステップ1110において、全てのスレーブを探索待ち行列に入れる。

【0141】

ステップ 1 1 1 5 において、マスターのクロックを基準クロックとする。

【 0 1 4 2 】

ステップ 1 1 2 0 において、基準クロックとの差が最も大きいスレーブを探索待ち行列の中から選択する。

【 0 1 4 3 】

ステップ 1 1 2 5 において、選択されたスレーブに送信すべきデータ・パケットが存在するか否かを判断し、パケットが存在しない場合には、ステップ 1 1 3 0 に進み、パケットが存在する場合には、ステップ 1 1 5 0 に進む。

【 0 1 4 4 】

ステップ 1 1 5 0 において、基準クロックとの差が次に大きいスレーブが選択され、ステップ 1 1 2 5 へ進む。

【 0 1 4 5 】

ステップ 1 1 3 0 において、選択したスレーブに探索開始命令パケットを送信する。

【 0 1 4 6 】

ステップ 1 1 3 5 において、探索時間の間待機する。

【 0 1 4 7 】

ステップ 1 1 4 0 において、探索終了後に当該スレーブを探索待ち行列から削除する。

【 0 1 4 8 】

ステップ 1 1 4 5 において、探索待ち行列が空になったか否か判断され、空の場合は、終了し (1 1 6 0) 、まだ空になっていない場合は、ステップ 1 1 5 5 へ進む。

【 0 1 4 9 】

ステップ 1 1 5 5 において、直前に使用したスレーブをクロックの基準とし、ステップ 1 1 2 0 へ戻る。

【 0 1 5 0 】

【効果】

本願発明の構成によって、無線アドホック・ネットワークの新規構築や無線局

の移動に伴うネットワークの再構成に際して、接続可能な無線局の探索に掛かる時間を削減することが可能となる。

【0151】

また、本願発明の構成によって、クラスター・ベースの無線アドホック通信ネットワークにおいて、受信信号品質の監視と分散処理によって、周辺に存在する無線局を効率良く探索する手法を提供することが可能となる。

【0152】

以下まとめとして他の実施例を記載する。

【0153】

(1) 無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【0154】

(2) アドホック・ネットワークにおいて、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【0155】

(3) マルチホップ無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【0156】

(4) 無線通信において、干渉信号が所定の基準より増加した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【0157】

(5) アドホック・ネットワークにおいて、干渉信号が所定の基準より増加した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【0158】

(6) マルチホップ無線通信において、干渉信号が所定の基準より増加した場合に、無線局の探索を開始する装置。

【0159】

(7) 無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索頻度を増加する装置。

【0160】

(8) アドホック・ネットワークにおいて、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索頻度を増加する装置。

【0161】

(9) マルチホップ無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の探索頻度を増加する装置。

【0162】

(10) 無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の監視頻度を増加する装置。

【0163】

(11) アドホック・ネットワークにおいて、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の監視頻度を増加する装置。

【0164】

(12) マルチホップ無線通信において、通信信号が所定の基準より劣化した場合に、無線局の監視頻度を増加する装置。

【0165】

(13) 無線通信において、通信信号の質が所定の基準以下の場合に無線局の探索頻度を増加し、通信信号の質が所定の基準を越えた場合に無線局の探索頻度を減少する装置。

【0166】

(14) アドホック・ネットワークにおいて、通信信号の質が所定の基準以下の場合に無線局の探索頻度を増加し、通信信号の質が所定の基準を越えた場合に無線局の探索頻度を減少する装置。

【0167】

(15) マルチホップ無線通信において、通信信号の質が所定の基準以下の場合に無線局の探索頻度を増加し、通信信号の質が所定の基準を越えた場合に無線局の探索頻度を減少する装置。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明が適用可能なネットワークの構成単位の例を示した図である。

【図 2】本発明が適用可能なアドホック・ネットワークの構成の例を示した図である。

【図 3】アドホック・ネットワークにおいて新たな接続が起きる場合の例（新規ノードの参入）である。

【図 4】アドホック・ネットワークにおいて新たな接続が起きる場合の例（2つのネットワークの近接）である。

【図 5】アドホック・ネットワークにおいて新たな接続が起きる場合の例（新規ノードの参入）の場合の干渉信号強度の経時変化を示した図である。

【図 6】アドホック・ネットワークにおいて新たな接続が起きる場合の例（2つのネットワークの近接）の場合の干渉信号強度の経時変化を示した図である。

【図 7】本発明の適用に適したネットワークの構成を示したブロック図である。

【図 8】本発明を適用した探索スケジューラーの動作を示したフローチャートである。

【図 9】本発明を適用した場合のクラスター全体の無線局探索時間を決定する処理を示したフローチャートである。

【図 10】本発明を適用した場合の各スレーブ探索時間の割り当て処理を示したフローチャートである。

【図 11】本発明を適用した場合の各スレーブ探索順序の決定処理を示したフローチャートである。

【符号の説明】

100 ピコネット

110 マスター・ノード

120、130、140、150、160、170 スレーブ・ノード

210、220、230、240、250 クラスター

262、264、266、268、270、272 ブリッジ

310 ネットワーク A

410 ネットワーク A

420 ネットワーク B

特平 11-319261

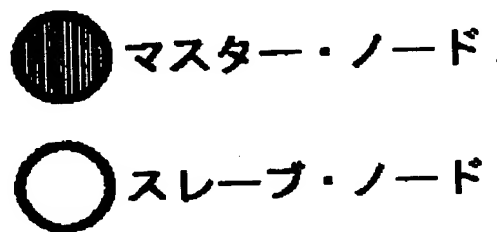
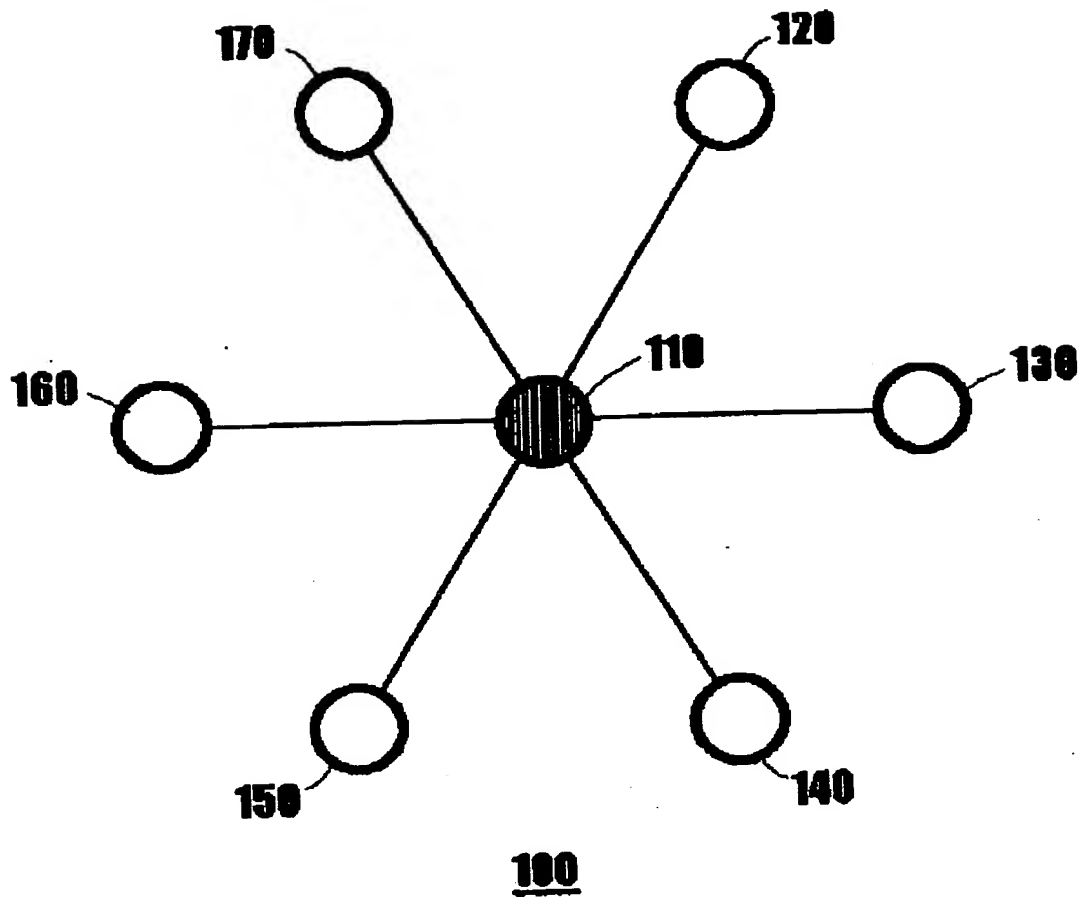
710 マスター

750 スレーブ

特平 1 1 - 3 1 9 2 6 1

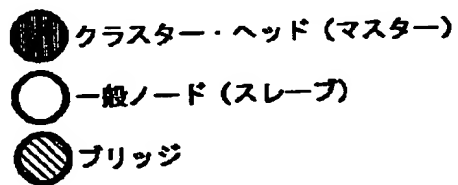
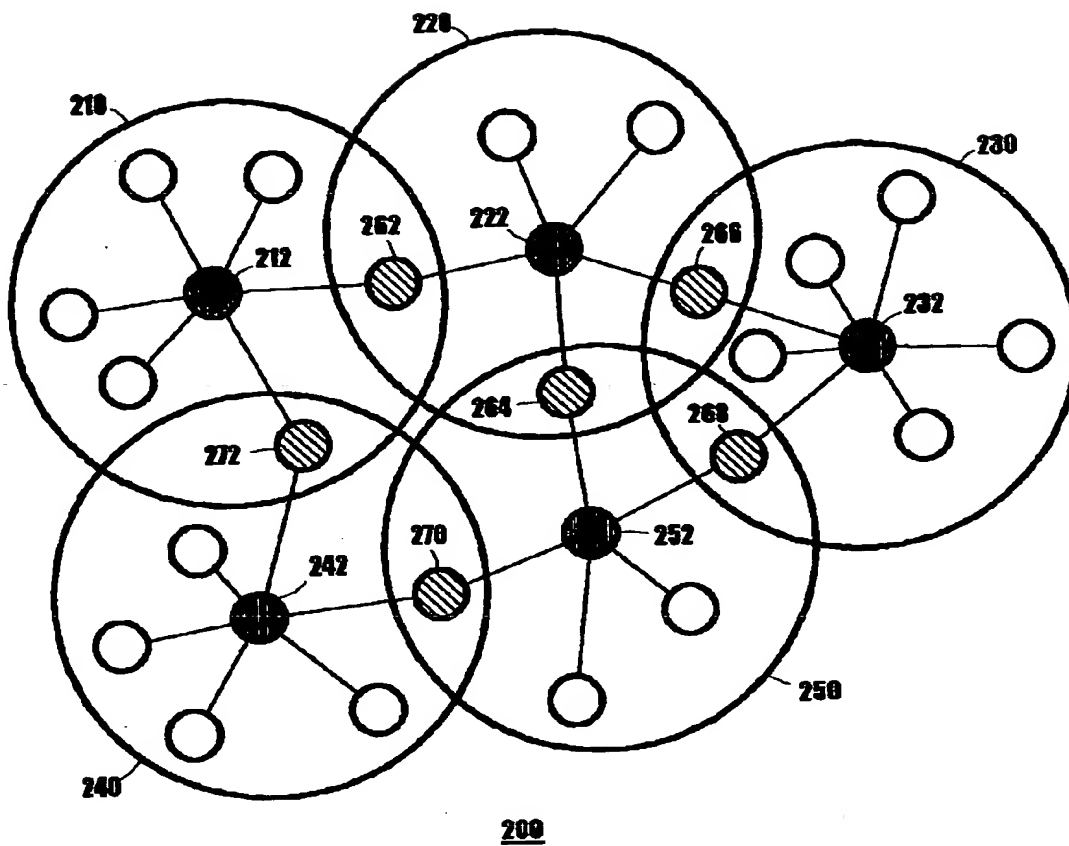
【書類名】 図面

【図 1】



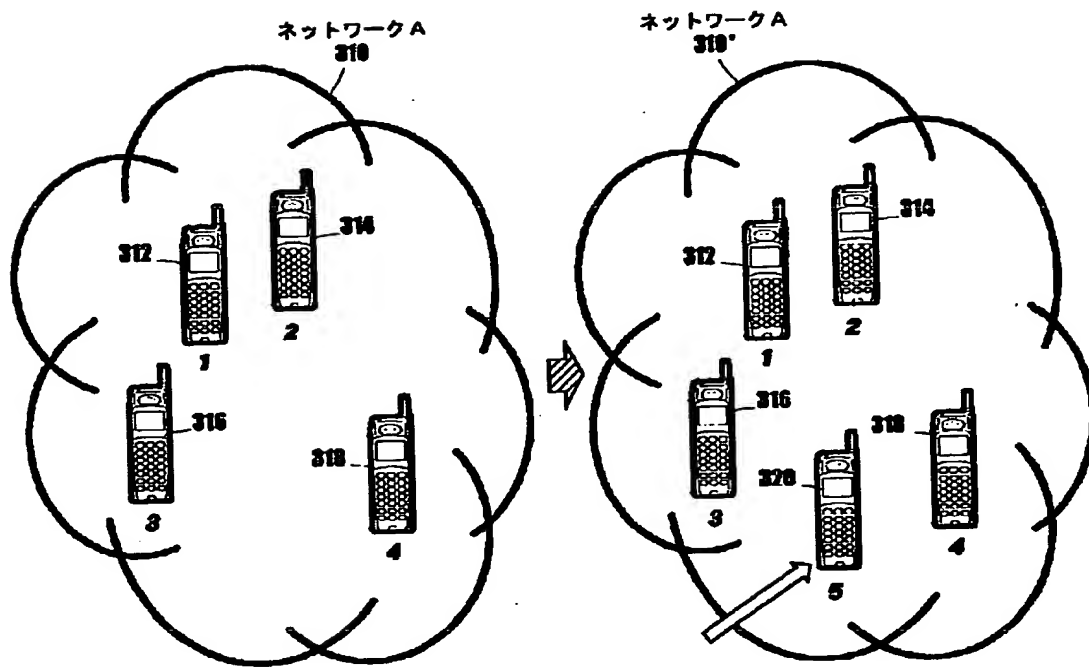
ネットワークの構成要素

【図 2】



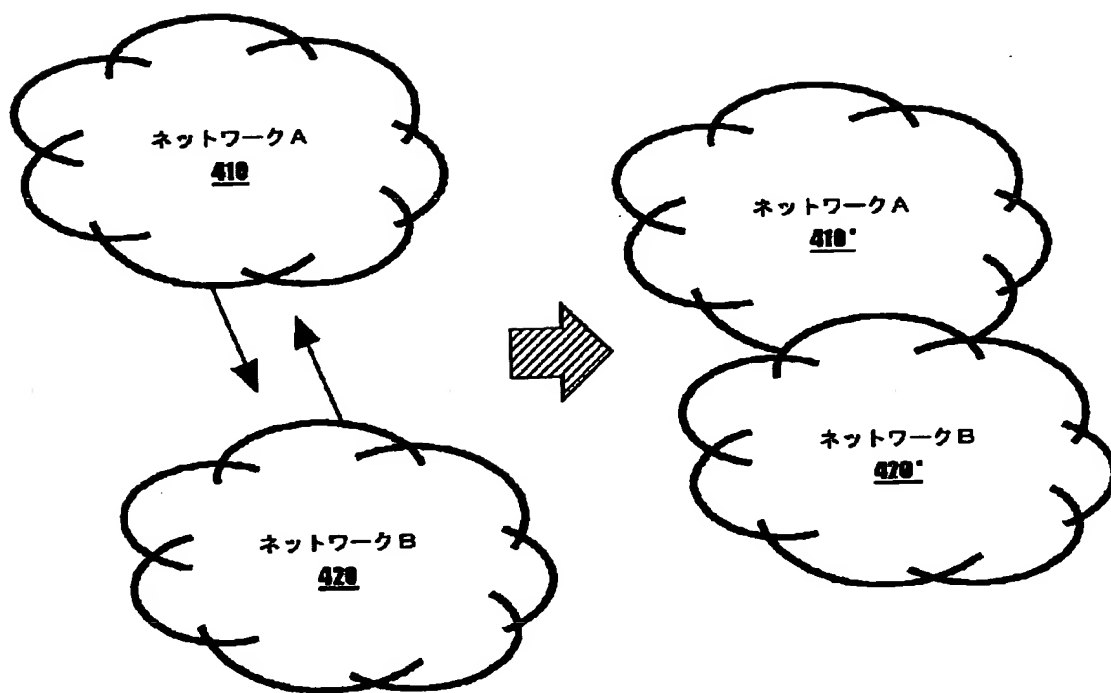
アドホック・ネットワークの構成

【図 3】



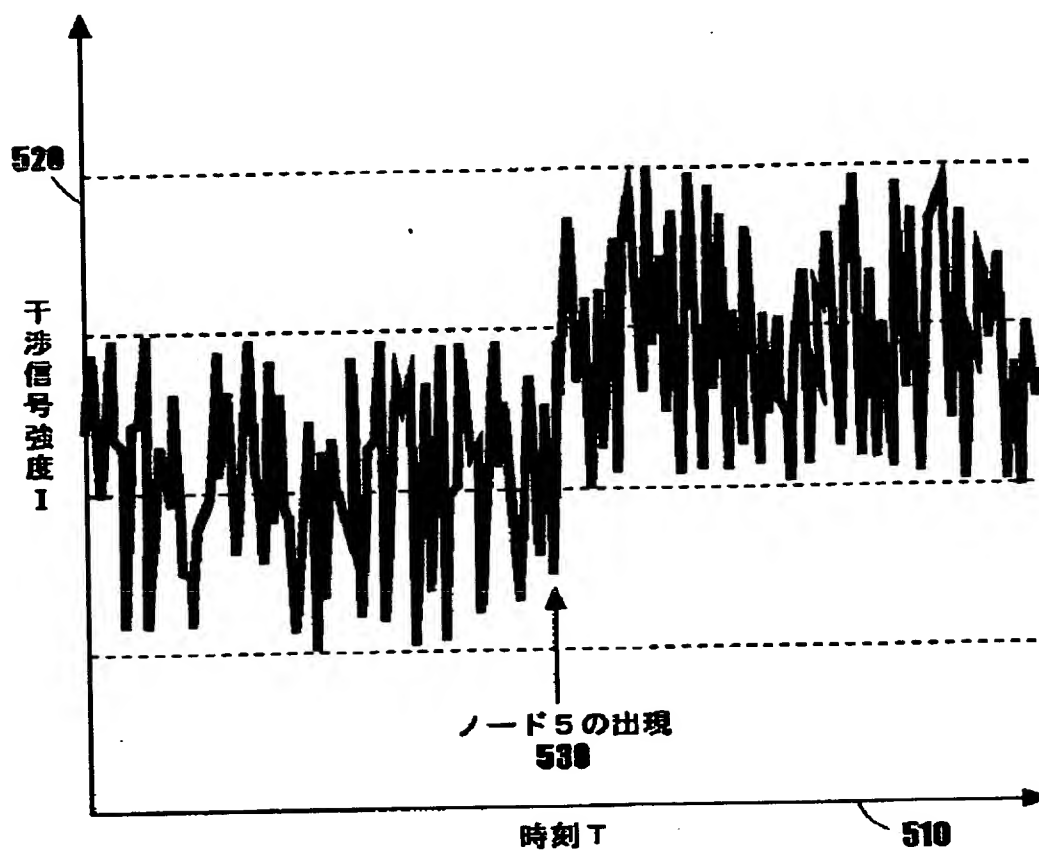
新規ノードの参入の場合

【図 4】



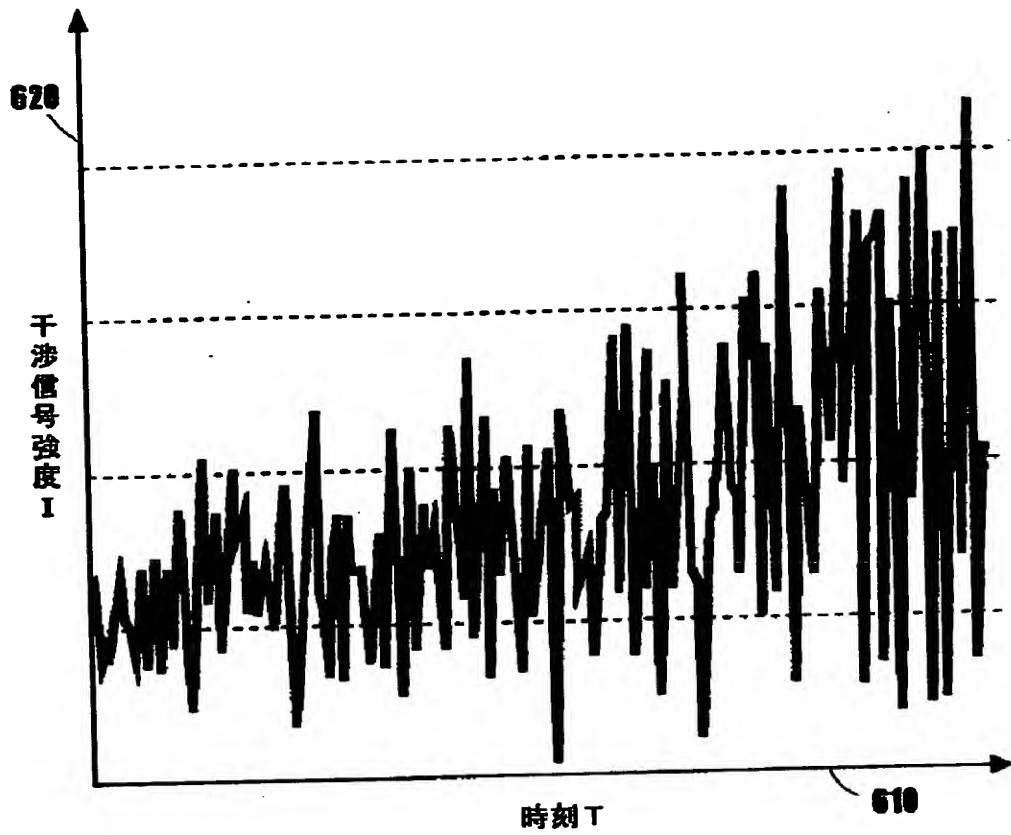
2つのネットワークの接近の場合

【図 5】



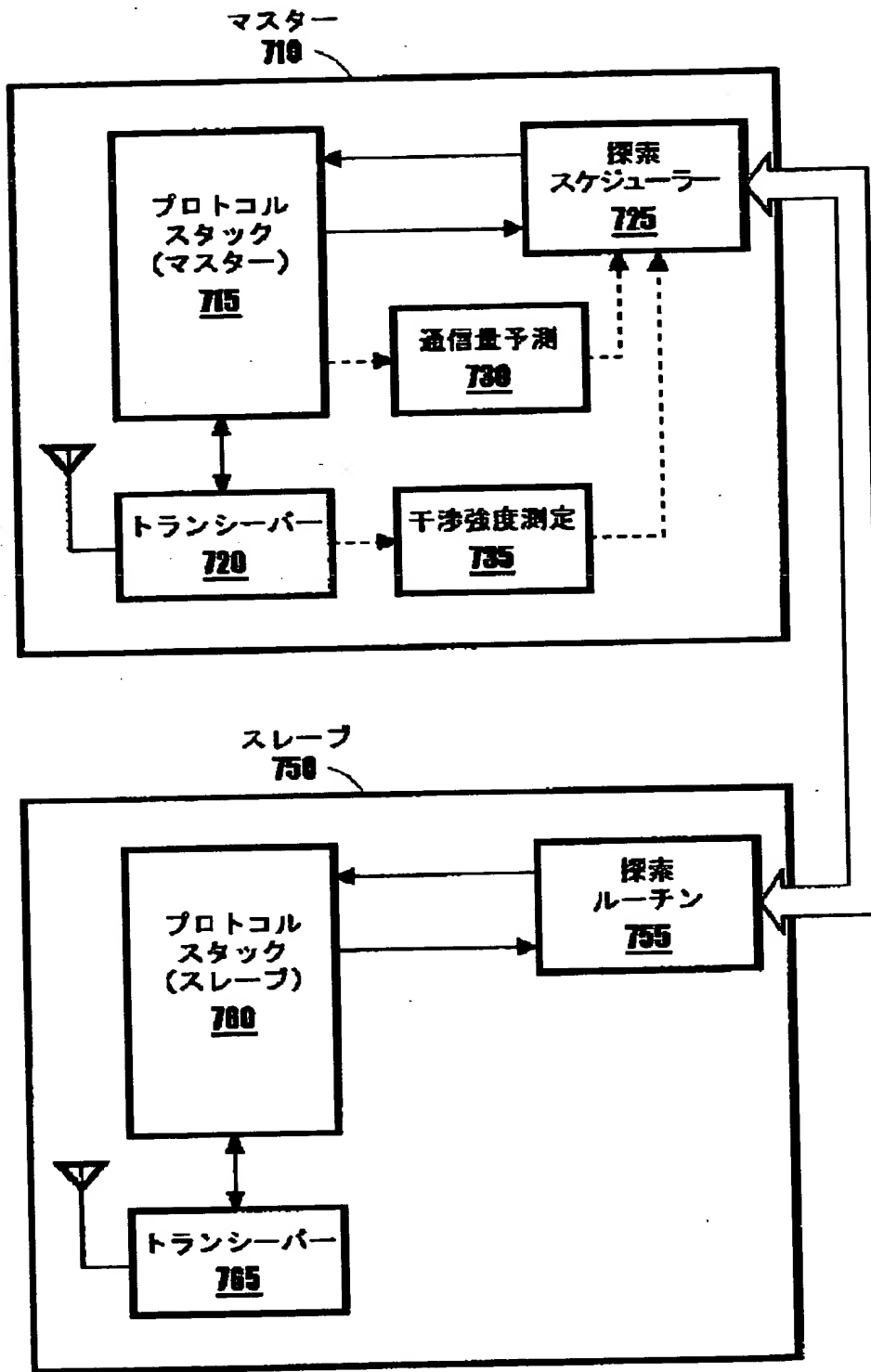
干渉信号強度
(新規ノードの参入)

【図 6】



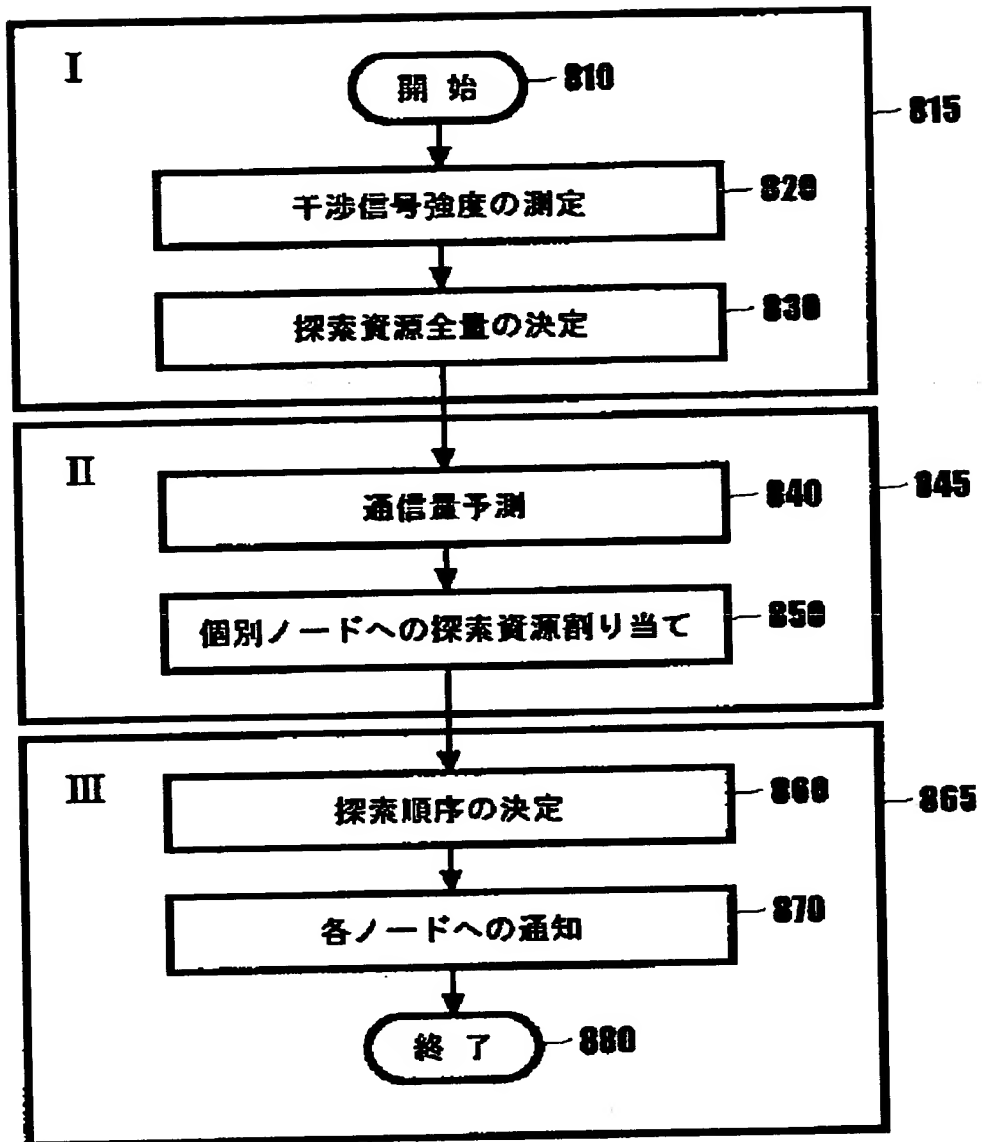
干渉信号強度
(複数ネットワークの接近)

【図 7】



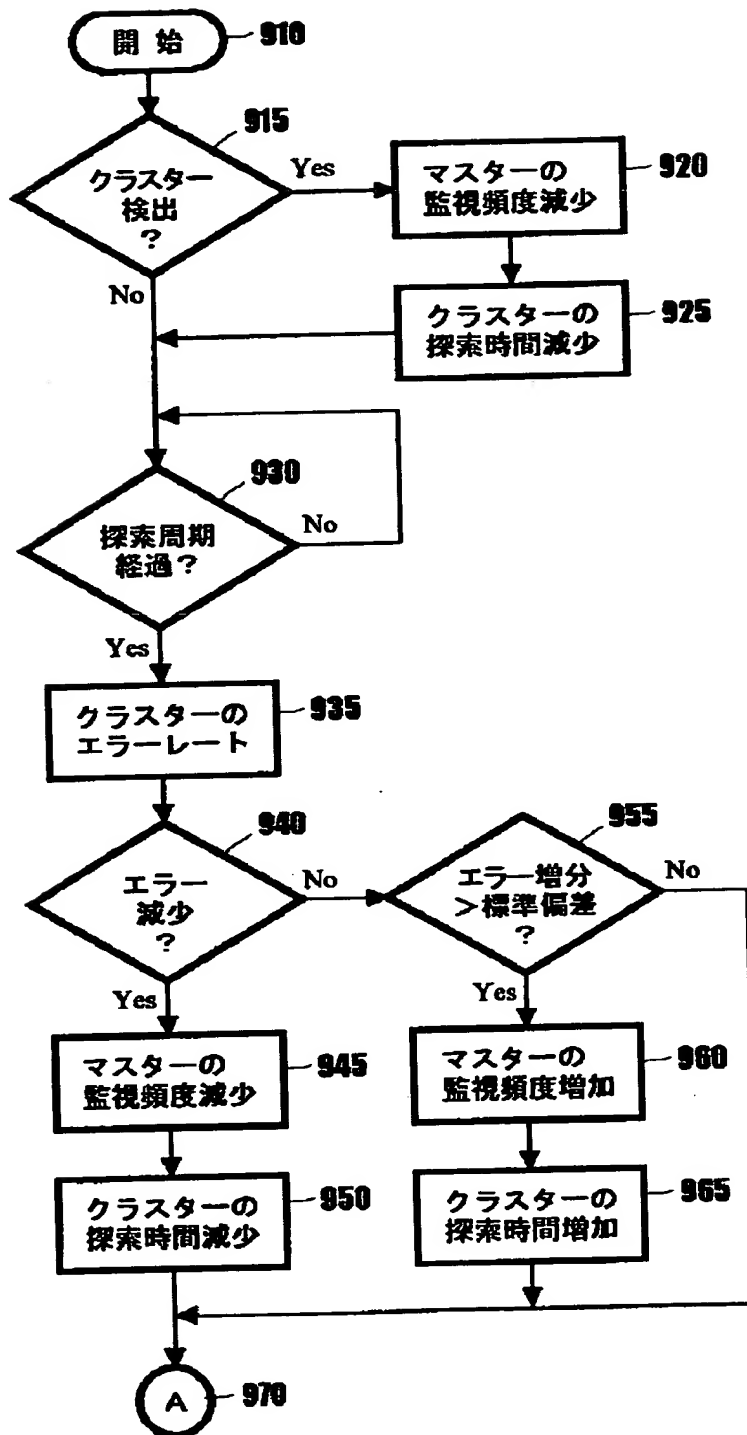
ネットワーク・ノードの構成

【図 8】



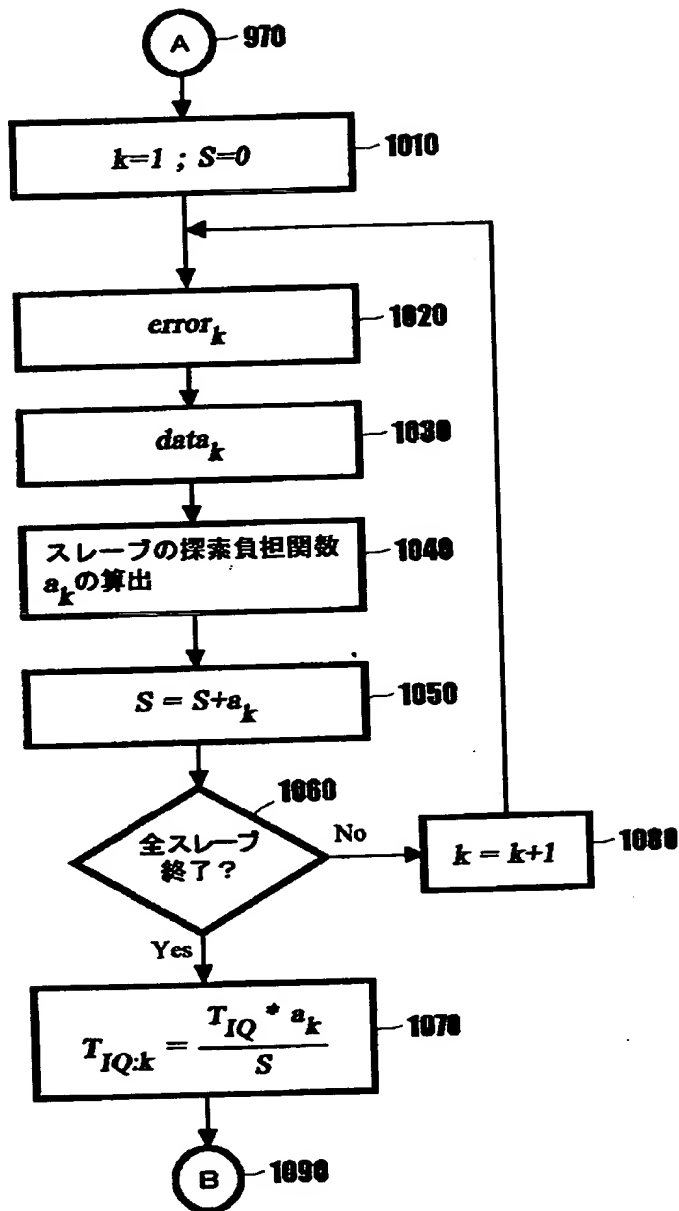
探索スケジューラの動作

【図 9】



クラスター全体の無線局探索時間の決定

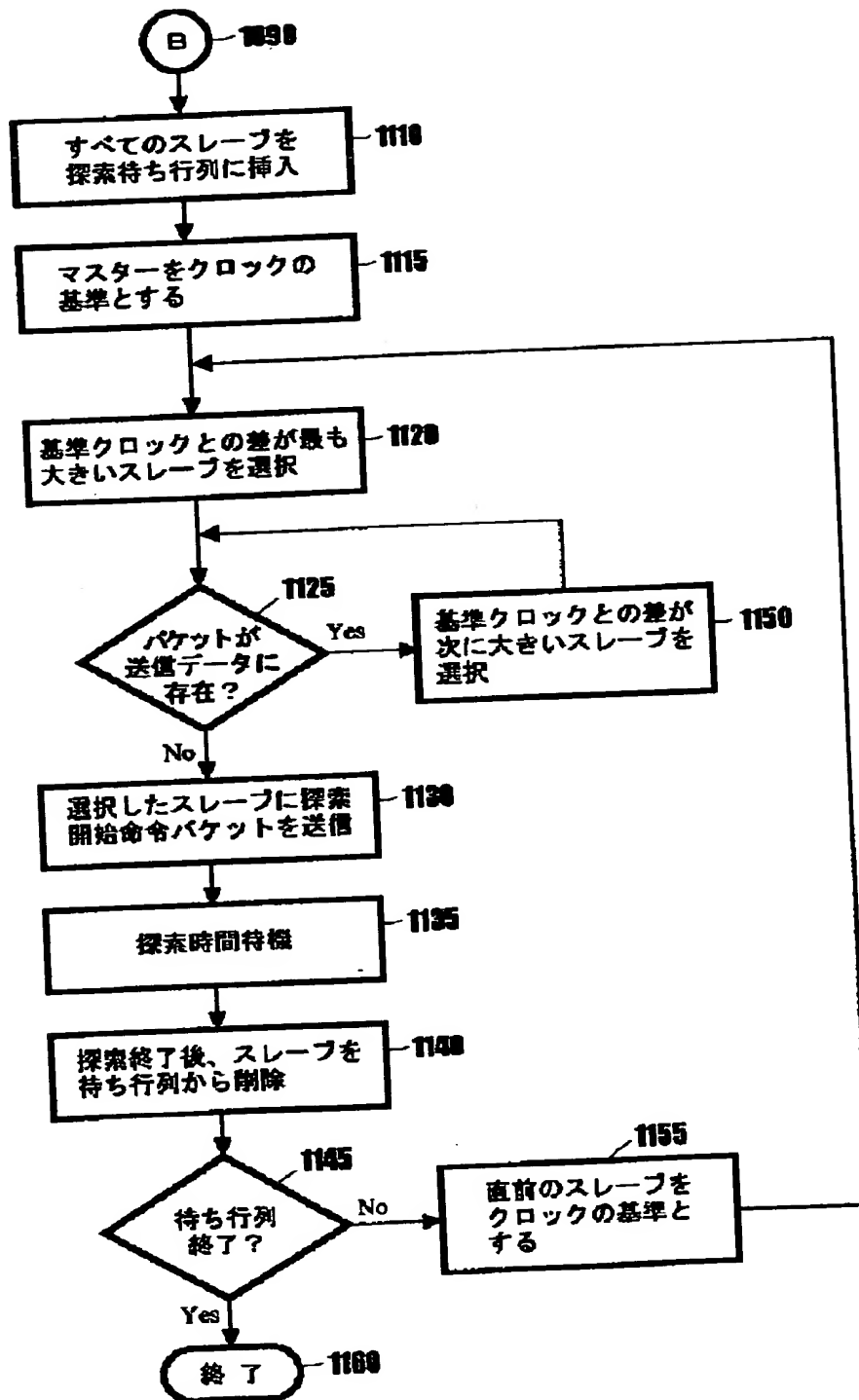
【図 10】



$error_k$: スレーブ k のエラーレート
 $data_k$: スレーブ k のデータレート予測値
 a_k/S : スレーブ k の探索分担比率
 T_{IQ} : 1 周期内の全クラスターの探索時間
 $T_{IQ:k}$: 1 周期内のスレーブ k の探索時間

各スレーブの探索時間の割り当て

【図 11】



スレーブの探索順序の決定

【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 本発明は、ネットワーク、特に無線アドホック通信ネットワークにおいて、周辺に存在する無線局を効率良く探索する方法及び装置を提供することである。

【構成】 本願発明を実現するために、マスター・ノード 710 は、プロトコル・スタック 715、トランシーバー 720、探索スケジューラー 725、通信量予測手段 730、チャネル外干渉信号強度測定手段 735 を主な構成要素として含み、スレーブ・ノード 750 は、プロトコル・スタック 760、トランシーバー 765、探索ルーチン 755 を主な構成要素として含む。干渉強度測定手段 735 で測定された干渉信号の強度は、探索スケジューラー 725 に通知され、探索スケジューラー 725 は、測定された干渉信号の強度に基づいて探索に割り当てる資源の総量を決定する。

【選択図】 図 5

特平 11-319261

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第319261号
受付番号	59901097790
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成11年11月12日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成11年11月10日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390009531]

1. 変更年月日 1990年10月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)

氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション